

**HUBUNGAN JUMLAH TOTAL MIKROBA DENGAN KUALITAS
UDARA DI RUANG PARKIR BAWAH TANAH**

Skripsi

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas- Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd.)
Dalam Ilmu Biologi

Oleh:

Selly Anggraini Putri

NPM. 1511060338

Jurusan: Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1441H/2019M**

**HUBUNGAN JUMLAH TOTAL MIKROBA DENGAN KUALITAS
UDARA DI RUANG PARKIR BAWAH TANAH**

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas- Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S. Pd.)
Dalam Ilmu Biologi**

Oleh:

**Selly Anggraini Putri
NPM . 1511060338**

Jurusan: Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si

Pembimbing II : Marlina Kamelia, M. Sc

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1441H/2019M**

ABSTRAK

Kualitas udara yang baik adalah udara yang didalamnya tidak tercemar dan tidak mengandung unsur-unsur berbahaya. Tercemarnya udara terjadi ketika masuk atau dimasukanya zat, energi/ dan komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara tersebut tidak dapat memenuhi fungsinya. Udara yang tidak memiliki kualitas baik dan mengandung unsur-unsur yang membahayakan bagi tubuh disebut udara tercemar. Pengamatan mikroba pada Mal X dan Mal Y didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan rata-rata jumlah mikroba di ruang parkir bawah tanah. Dari hasil analisis data jumlah koloni bakteri dan jamur tertinggi berada pada Mal Y *weekday*. Hasil pengamatan menyatakan bahwa jumlah total mikroba berhubungan dengan kualitas udara.

Kata kunci: Kualitas Udara, Jumlah Mikroba, Pencemaran udara.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : Hubungan Jumlah Total Mikroba Dengan Kualitas Udara
Di Ruang Parkir Bawah Tanah**

Nama : Selly Anggraini Putri

NPM : 1511060338

Jurusan : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Dr Rina Budi Satiyarti, M. Si
NIP. 19830107 2005012005

Pembimbing II

Marlink Kamelia, M. Sc
NIP. 19810314 2015 03 2 001

Ketua Jurusan
Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 19750514 2008 01 1 009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukaramé Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **HUBUNGAN JUMLAH TOTAL MIKROBA DENGAN KUALITAS UDARA DI RUANG PARKIR BAWAH TANAH**. Disusun oleh:
Selly Anggraini Putri, NPM: 1511060338, Jurusan: Pendidikan Biologi, telah
diujikan dalam sidang Munaqasyah pada hari/ tanggal: **Jumat/ 29 November 2019**.

TIM DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Nanang Supriadi, M. Sc (.....)

Sekretaris : Nur Hidayah, M.Pd (.....)

Penguji Utama : Dr. Eko Kuswanto, M.Si (.....)

Penguji Pendamping I : Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si (.....)

Penguji Pendamping II : Marlina Kamelia, M.Sc (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 19640828 1988 03 2 002

MOTTO

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ
كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ ٤٢

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah: "Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah)"

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobil'alamin, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir pada perkuliahan ini. Dengan rasa syukur peneliti mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tercinta, Bapak Seniman (Alm) dan Mamakku tersayang Fatonah yang telah membesarkan, mendidik, memberikan motivasi, dan dukungan moril maupun material dalam mengerjakan skripsi ini, serta mendoakan dengan tulus untuk keberhasilanku.
2. Kepada Mamaku Saifudin Abdilah, serta Mbakku Lisma Linda serta Mamaku Ahmad Rofik, yang selalu mendoakan memberiku semangat dan juga dukungan serta mengingatkanku untuk selalu berusaha.
3. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Selly Anggraini Putri, dilahirkan di Desa Campang Kecamatan Gisting Kabupaten Tanggamus. Penulis dilahirkan pada hari sabtu tanggal 28 juni 1997, sebagai anak terakhir dari lima bersaudara, putri pasangan Bapak Seniman dan ibu fatonah.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Campang. 2010, melanjutkan pendidikan tingkat Sekolah Menengah Pertama di MTs YPPTQMH Kecamatan Ambarawa Kabupaten pringsewu. Pada tahun 2013, kemudian melanjutkan sekolah ke SMAM 01 Gisting Kabupaten Tanggamus pada tahun 2015.

Pada tahun yang sama yaitu 2015 penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung mengambil jurusan Pendidikan Biologi fakultas Tarbiyah dan Keguruan program srata 1 (S-1). Penulis juga aktif sebagai Asisten Praktikum kebiologian yaitu Asisten Praktikum TTR pada tahun 2017/2018, Asisten Praktikum Embriologi 2017/2018, Asisten Praktikum Mikrobiologi 2017/2018, dan Asisten Praktikum Bioteknologi 2018/2019, Asisten Praktikum Biologi Umum 2019/2020.

Pada tanggal 25 Juli sampai 26 Agustus 2018 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata di Desa Pandan Sari Selatan Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Pringsewu. Penulis pada tanggal 28 Oktober 2018 melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan di SMP 02 Bandar Lampung. Selama menempuh pendidikan di UIN Raden Intan Lampung.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahilahi bil'alamin puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayat dan karunia_Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat beserta salam yang selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya yang setia hingga akhir Zaman.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, petunjuk baik berupa material maupun spiritual, untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah menyumbangkan tenaga, waktu, pikiran maupun ilmu pengetahuan. Secara khusus penulis ucapkan terimakasih kepada:.

1. Ibu Prof Dr. Nirva Diana selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Bapak. Dr. Eko kuswanto, M.Si. Selaku Ketua Jurusan Progam studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
3. Fredi Ganda Putra, M.Pd. selaku sekretaris jurusan Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan.
4. Ibu MarlinaKamelia, M.Sc.Selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan waktu yang tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Rina Budi Satiyarti, M. Si. Selaku pembimbing I yang selalu memberikan arahan dan bimbingan.

6. Bapak dan Ibu dosen dan Asisten dosen dilingkungan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan khususnya di program Studi pendidikan Biologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menempuh perkuliahan.
7. Bapak Arianto, Bapak Andreas, Bapak Emus Mulyadi dan Bapak Sungsung yang mengizinkan serta membantu dalam data penulisan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabatku seperjuangan yang selalu memberikan motivasi serta membantu dalam pembuatan skripsi ini Suci Ristawati, Reren Selawati, Ria Tara Puspita, Rita Sahara dan Tina Wulandari.
9. Keluargaku di pondok Samara 2 lantai 3, Witiar Pramudita, Dita Ayu Sarasita, Novi Hera Wati, Devi Krisnawati, Anggi Novitasari.
10. Keluarga besar Gen-F angkatan 15, dan keluarga besar Tim Asisten Praktikum, yang membantu serta mendoakan dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Kakakku yang membantu dalam penyusunan dan juga dukungan dalam skripsi ini Novita Nur Hasanah, Oktafiana, dan Azis.
12. Adikku Nadia Savira dan juga Safitri yang mendukung dan juga mendoakan penyusunan skripsi ini.
13. Teman-teman KKN 258 Desa Pandan Sari Selatan yang selalu memberikan semangat, juga teman-teman PPL di SMP 02 Bandar Lampung yang memberikan keceriaan serta warna dalam hidupku.
14. Kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi baik berupa petunjuk atau berupa saran-saran.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan kekurangan dari karna keterbatasanya kemampuan penulis. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari pembaca untuk perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, November 2019

Penulis,

Selly Anggraini Putri
NPM.1511060338

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
ABSTRAK	iii
PERSETUJUAN.....	iv
PENGESAHAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv

BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul Masalah.....	1
B. Alasan Memilih Judul Masalah.....	2
C. Latar Belakang Masalah.....	2
D. Identifikasi Masalah	7
E. Batasan Masalah.....	7
F. Rumusan Masalah	7
G. Tujuan Penelitian	8
H. Kegunaan Penelitian.....	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikroorganisme	9
B. Bakteri	9
C. Jamur	17
D. Kualitas Udara.....	19
E. Emisi Kendaraan Bermotor.....	20
F. Pencemaran Udara	24

G. Penelitian Relavan.....	29
H. Kerangka Berfikir.....	30

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	32
B. Alat dan Bahan.....	32
C. Variabel Penelitian	33
D. Populasi dan Sampel	33
E. Metode Penelitian.....	33
F. Prosedur Penelitian.....	34
1. Memilih pusat perbelanjaan ruang parkir bawah tanah	34
2. Pembuatan media tumbuh mikroba.....	34
3. Pengambilan sampel.....	36
4. Pengamatan sampel.....	36
5. Pengamatan morfologi mikroba.....	38
G. Parameter Penelitian.....	40
H. Teknik Analisis Data.....	40
I. Alur Kerja Penelitian.....	41

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Kualitas Udara Di Tinjau Dari Aspek Biologi	42
B. Kualitas Udara Di Tinjau Dari Aspek Fisika	59
C. Kualitas Udara Di Tinjau Dari Aspek Kimia	61
D. Hubungan Aspek Biologi Fisika Dan Kimia Dengan Kualitas Udara.....	65
E. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar.....	69

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	71
B. Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bentuk Kokus Sel Bakteri	11
Gambar 2.2 Bentuk Sel Bakteri Basillus	12
Gambar 2.3 Bentuk Sel bakteri Spiral	13
Gambar 2.4 Kurva Pertumbuhan Bakteri	15
Gambar 4.1 Grafik Koloni Bakteri Mal X	42
Gambar 4.2 Grafik Koloni Bakteri Mal Y	43
Gambar 4.3 Grafik Jumlah Rerata Bakteri Di waktu Pagi, Siang, Sore	44
Gambar 4.4 Grafik Jumlah Koloni Bakteri <i>Weekend</i> Dan <i>Weekday</i>	45
Gambar 4.5 Grafik Jumlah Koloni Jamur Mal X.....	52
Gambar 4.6 Grafik Jumlah Koloni Jamur Mal Y.....	53
Gambar 4.7 Grafik Jumlah Rerata Jamur Di waktu Pagi, Siang, Sore	54
Gambar 4.8 Grafik Jumlah Koloni Jamur <i>Weekend</i> Dan <i>Weekday</i>	54
Gambar 4.9 Pengamatan Mikroskopis Bakteri	57
Gambar 4.10 Pengamatan Mikroskopis Jamur	58
Gambar 4.11 Ruang Parkir Bawah Tanah Mal X	61
Gambar 4.12 Ruang Parkir Bawah Tanah Mal X	61
Gambar 4.13 Grafik Rata-rata Gas Emisi CO.....	63
Gambar 4.14 Grafik Rata-rata Gas Emisi HC.....	64
Gambar 4.15 Grafik Rata-rata Gas Emisi NO _x	64
Gambar 4.16 Grafik Rata-rata Gas Emisi SO ₂	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Mal X Kemampuan Bakteri Memfermentasikan Laktosa	46
Tabel 4.2. Mal Y Kemampuan Bakteri Memfermentasikan Laktosa	48
Tabel 4.3. Mal X Bakteri fecal Dan Non fecal	50
Tabel 4.4. Mal Y Bakteri fecal Dan Non fecal	51
Tabel 4.5. Mal X Kondisi Fisik Ruangan Parkir Bawah Tanah	59
Tabel 4.6. Mal X Kondisi Fisik Suhu Dan kelembapan	60
Tabel 4.7. Data Kendaraan Bermotor	62
Tabel 4.8. Rerata Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Judul skripsi ini ialah “Hubungan Jumlah Total Mikroba Dengan Kualitas Udara Di Ruang Parkir Bawah Tanah”. Supaya tidak ada kerancuan dalam memahami maksud dari skripsi ini maka diperlukan adanya penegasan judul. Judul ini memiliki beberapa istilah antara lain:

1. Hubungan dalam kamus besar bahasa Indonesia merupakan 1. Keadaan berhubungan; 2. Kontak; 3. Sangkut paut; 4. Ikatan; 5. Pertalian (keluarga, persahabatan, dan sebagainya).
2. Jumlah total mikroba yang di maksud dalam penelitian ini adalah mikroba yang berada di ruang parkir bawah tanah pada pusat perbelanjaan yang dihitung menggunakan metode *open plate*.
3. Kualitas udara dapat diartikan satu persatu yaitu, kualitas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia merupakan tingkat baik buruknya sesuatu kadar atau derajat atau taraf (kepandaian, kecakapan, dan mutu dan sebagainya).¹ Sedangkan udara adalah campuran berbagai gas yang tidak bewarna dan tidak berbau (seperti oksigen dan nitrogen) yang memenuhi ruang di atas bumi seperti yang kita hirup apabila kita bernafas.² Jadi, kualitas udara merupakan bentuk kesesuaian atau tingkat baik buruknya kadar atau taraf tertentu berdasarkan mutu yang

¹“Kamus Besar Bahasa Indonesia [online]” <<http://kbbi.web.id/>>. Diakses pukul, 11.20, 27 September 2018.

² *Ibid.* [Online]. <https://kbbi.web.id/udara>. Diakses pukul, 11.35, 27 September 2018.

ada di dalam udara itu sendiri yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana demi kehidupan yang akan datang.

Secara garis besar yang dimaksud penulis dalam judul “Hubungan Jumlah Total Mikroba Dengan Kualitas Udara Di Ruang Parkir Bawah Tanah” adalah keterkaitan/ sangkut paut jumlah total mikroba dengan kualitas udara yang berada di ruang parkir bawah tanah.

B. Alasan Memilih Judul

Alasan peneliti dalam memilih judul adalah:

1. Kualitas udara di ruang parkir menjadi faktor pertumbuhan mikroba untuk itu diperlukan penelitian mengenai hubungan jumlah total mikroba dengan kualitas udara di ruang parkir bawah tanah.
2. Kurangnya pengetahuan tentang bahayanya mikroba yang berada di bawah ruang parkir.

C. Latar Belakang

Mikroorganisme atau mikroba sering disebut dengan jasad hidup yang ukurannya kecil (jasad renik) dan tidak bisa dilihat secara langsung oleh mata karena ukurannya $>0,1$ mm. Umumnya mikroba dapat diamati dengan menggunakan lup atau mikroskop. Namun, ada pula yang berbentuk koloni yang terlihat tanpa harus menggunakan alat bantu.³

Mikroorganisme tumbuh bukan dengan bantuan media udara. Namun sebagai pembawa bahan debu, serta tetesan cairan yang tersuspensikan.

³Sri Sumarsih, *Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar* (Yogyakarta: UPN Veteran, 2003).h. 1.

Selanjutnya terbentuk titik-titik cairan yang menguap dan mungkin di tempati oleh mikroba. Mikroba di dalam udara dapat bertahan hidup tergantung pada keadaan di sekelilingnya. Selain hal tersebut keberadaan mikroba juga bergantung pada keadaan lainnya seperti: atmosfer, kelembaban, suhu, cahaya matahari, suhu, dan ukuran partikel yang membawa mikroba itu.⁴

Udara yang berada di sekitar kita merupakan kebutuhan manusia sebagai makhluk hidup. Oksigen yang terkandung dalam udara dibutuhkan untuk proses metabolisme, sebagai bahan utama dalam proses tersebut. Selain oksigen, kandungan udara seperti nitrogen, karbon, mikroorganisme, jamur, virus dan lain sebagainya.

Komponen udara bersih terdiri dari nitrogen 78%, oksigen 20,8%, argon 0,9%, karbon dioksida 0,03%, dan gas lainnya meliputi : helium, neon, kripton, xenon, hidrogen, dan metan dengan presentase 0,27% serta mengandung uap air yang jumlahnya bervariasi.⁵ Sedangkan udara kotor atau polusi merupakan udara yang mengandung debu, jelaga, pasir dan gas berbahaya.

Udara kotor dan udara bersih dapat dibedakan dengan menganalisis kualitas udara yang berada di lingkungan. Kualitas udara menurut IKU (Indeks Kualitas Udara) yaitu menunjukkan suatu nilai mutu (tingkat kebaikan) udara berdasarkan sifat-sifat unsur pembentukannya. IKU adalah suatu gambaran atau

⁴Koes Irianto, 'Mikrobiologi Mengungkap Dunia Mikroorganisme Jilid 2' (Jakarta: Yrama Widya, 2006), h. 156-157.

⁵Dewi Yuliana Astuti, Pengetahuan Tentang Udara (Malang: Sarana Pascakarya Nusa, 2018).h.4.

nilai parameter (indikator) individual polusi udara dengan berhubungan menjadi suatu nilai sehingga mudah dimengerti oleh masyarakat.⁶

Kualitas udara yang baik adalah udara yang didalamnya tidak tercemar dan tidak mengandung unsur-unsur berbahaya. Tercemarnya udara terjadi ketika “masuk atau dimasukannya zat, energi/ dan komponen lain ke dalam udara ambien⁷ oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara tersebut tidak dapat memenuhi fungsinya”.⁸ Udara yang tidak memiliki kualitas baik dan terdapat unsur-unsur yang membahayakan bagi tubuh disebut udara tercemar.

Udara yang lembab memungkinkan untuk tumbuhnya mikroba, seperti udara yang terdapat di dalam ruangan dibandingkan dengan luar ruangan. Mikroba yang banyak di dalam ruangan contohnya ada di ruang parkir. Seiring dengan perkembangan zaman dan sempitnya lahan di kota-kota besar termasuk yang ada di Provinsi Lampung terutama kota Bandar Lampung. Ruang parkir bawah tanah menjadi solusi utama untuk perusahaan, rumah sakit, pusat perbelanjaan, dan lain sebagainya.

Pusat perbelanjaan di Kota Bandar Lampung berkembang semakin pesat, hal tersebut juga berpengaruh pada jumlah pengunjung yang datang. Para pengunjung yang datang ke pusat perbelanjaan biasanya menggunakan kendaraan bermotor. Hal ini akan berdampak pada sempitnya lahan parkir yang tersedia pada pusat-pusat perbelanjaan. Lahan parkir yang tersedia umumnya berupa ruang

⁶Badan Pusat Statistik. 2013.

⁷ Ambien adalah udara yang terdiri dari oksigen, nitrogen, argon dan karbon dioksida atau disebut komponen udara bersih.

⁸Pemerintah Republik Indonesia, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara,” 1999.

parkir bawah tanah, sebagai lahan bagi kendaraan bermotor baik roda dua maupun empat. Kendaraan bermotor sering tidak kita sadari mengeluarkan gas emisi yang berdampak negatif. Emisi gas buang merupakan sisa hasil pembakaran bahan bakar yang prosesnya tidak sempurna dan dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin atau knalpot. Pengeluaran zat buang dari mesin kendaraan tersebut akan menghasilkan gas seperti uap air (H_2O), karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen (NO_x), sulfur dioksida (SO_2) dan *particulate matter* (PM).⁹

Emisi gas buang kendaraan bermotor, menjadi faktor yang dapat menyebabkan tercemarnya udara di dalam ruangan parkir. Hal ini menyebabkan kualitas udara berubah, dan tidak dapat menjalankan keberuntukan fungsi udara sebagaimana mestinya. Buruknya kualitas udara juga akan berpengaruh pada tingkat kesehatan dan kehidupan populasi makhluk hidup disekitarnya tak terkecuali manusia. Hal ini sejalan dengan firman Allah SWT. dalam Al-Qur'an surat Ar- Rum ayat 41-42 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ٤١ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانَ
أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ ٤٢

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah: "Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu.

⁹Arianto yp Wardoyo, *Emisi Particulate Kendaraan Bermotor Dan Dampak Kesehatan* (Malang: UNBRA, 2016).h.99.

kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah). ”¹⁰

Ayat tersebut menegaskan bahwa Allah SWT. telah memperingatkan bahwa kejadian yang ada di muka bumi, termasuk berbagai penyakit yang disebabkan oleh emisi gas buang udara adalah salah satu contoh kerusakan yang dibuat oleh manusia. Maka kita diperintahkan untuk memperhatikan masalah ini agar dapat mengambil pelajaran. Supaya apapun yang Allah SWT berikan di muka bumi dapat dimanfaatkan dengan baik dan tidak menimbulkan dampak kerusakan yang buruk bagi lingkungan.

Udara yang tercemar mampu menyebabkan penyakit pada manusia salah satunya disebabkan oleh mikroba. Mikroba di udara sangat beragam ada yang bersifat menguntungkan dan merugikan bagi makhluk hidup disekitarnya. Mikroba yang menguntungkan seperti mikroba pengurai dan lain sebagainya.

Berdasarkan uraian diatas kendaraan bermotor yang parkir di ruang parkir bawah tanah pusat perbelanjaan akan menghasilkan emisi gas buang ke udara. Udara merupakan medium tempat perpindahan mikroba dari tempat satu ke tempat yang lainya. Hal ini diduga menyebabkan pencemaran udara, yang dapat mempengaruhi jumlah mikroba yang berada didalamnya. Oleh karena itu, diperlukan pemeriksaan mengenai hubungan kualitas udara di pusat perbelanjaan kota Bandar Lampung, dengan cara menentukan jumlah total mikroba yang berada di ruang parkir bawah tanah.

¹⁰Departemen Agama RI, *Al quran dan Terjemahnya* (Bandung: Diponegoro, 2004).

D. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalahnya yaitu.

1. Banyaknya jumlah kendaraan bermotor yang selaras dengan jumlah emisi gas buang.
2. Emisi gas buang menyebabkan pencemaran udara.
3. Udara yang tercemar mempengaruhi kualitas makhluk hidup didalamnya.
4. Emisi gas buang kendaraan bermotor yang dilepaskan ke udara akan mempengaruhi jumlah total mikroba.
5. Kurangnya penelitian tentang mikroba di ruang parkir bawah tanah di pusat perbelanjaan Bandar Lampung.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada mikroba yang berada di parkir bawah tanah pusat perbelanjaan di kota Bandar Lampung.
2. Pengukuran parameter mikroba dilakukan di ruang parkir bawah tanah pusat perbelanjaan yang berada di daerah kota Bandar Lampung.

F. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah adakah hubungan jumlah total mikroba dengan kualitas udara di ruang parkir bawah tanah?

G. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan jumlah total mikroba dengan kualitas udara di ruang parkir bawah tanah.

H. Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini antara lain:

1. Bagi masyarakat luas sebagai sumber informasi serta dapat mengurangi penggunaan kendaraan bermotor yang sifatnya individu.
2. Bagi pusat perbelanjaan agar dapat memfasilitasi jaminan kesehatan bagi karyawan yang bekerja di ruang parkir bawah tanah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikroorganisme

Mikroorganisme atau mikroba merupakan jasad renik uniseluler ataupun multiseluler berukuran kecil.¹ Seringnya kita mengambil ketentuan, bahwa semua makhluk yang berukuran beberapa mikron atau lebih kecil lagi disebut mikroorganisme. Satu mikron bisa ditulis $1\mu = 0,001 \text{ mm}$. Jadi yang termasuk golongan ini adalah:

- a. Cendawan atau jamur tingkat rendah.
- b. Bakteri.
- c. Ragi yang secara sistematis masuk ordo jamur
- d. Ganggang tingkat rendah
- e. Hewan bersel satu atau protozoa
- f. Virus yang dapat dilihat dengan mikroskop elektron, dan oleh karenanya dikatakan makhluk ultra mikroskopik.²

B. Bakteri

1. Pengertian Bakteri

Nama bakteri berasal dari kata “bakterion” (bahasa Yunani) yang berarti tongkat atau batang. Istilah tersebut dipakai untuk menyebut sekelompok mikroorganisme yang bersel satu, tidak berklorofil (meskipun ada kecualinya) berbiak dengan pembelahan diri, yang sedemikian kecilnya sehingga hanya

¹(Irianto 2006)

²Dwijoseputro, *Dasar- Dasar Mikrobiologi* (Jakarta: Djambatan, 2005).h.5.

tampak dengan mikroskop.³ Menurut pendapat buku lain bakteri merupakan organisme uniseluler, nucleoid yaitu tidak mempunyai membran inti, tidak berklorofil, saprofit atau parasit, pembelahan biner termasuk Protista.⁴

2. Ukuran Sel Bakteri

Satuan ukuran bakteri yaitu dalam satuan mikrometer μm yang setara dengan $1/1000$ mm atau 10^{-3} mm.⁵ Ukuran sel bakteri dinyatakan dalam satuan mikron yaitu:

- 1 mikron (μ) atau mikrometer μm sama dengan seperseribu milimeter
- 1 milimikron ($m\mu$) atau nanometer (nm) sama dengan seperseribu mikron

Ukuran sel setiap ragam bakteri bervariasi, contoh pada bakteri bentuk bulat berdiameter $0,2-2,0 \mu m$, bakteri bentuk batang memiliki kisaran panjang $2-10 \mu m$, dan lebar $0,2$ sampai $1,5 \mu m$. Bakteri terkecil contohnya *Dialester pneumosintes*, berukuran $0,15-0,30 \mu m$. Bakteri besar contohnya *Spirillum volutans*, ukuran lebar $1,5 \mu m$ dan panjang $15 \mu m$ dan panjang $15 \mu m$. Hal ini juga bergantung pada faktor yang mempengaruhi ukuran sel yaitu umur sel lingkungan, teknik laboratorium contohnya metode pewarnaan.⁶

3. Bentuk bakteri

Bentuk sel bakteri ada 3 macam yaitu:

- Bulat (kokus).

³*Ibid.* h. 22.

⁴ (Astuti 2018)

⁵ Pelczar dan E. S. C. Chan MJ, *Dasar- Dasar Mikrobiologi Jilid 1* (Jakarta: UI Pres, 2008).h.100.

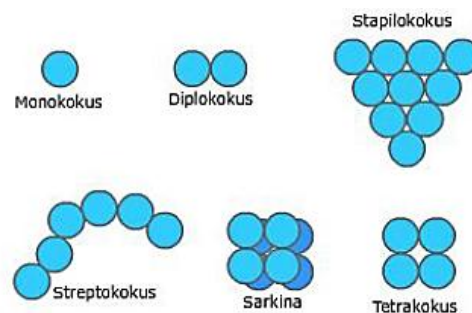
⁶ Agnes Sri Harti, "Mikrobiologi Kesehatan," *Mikrobiologi Kesehatan* (Yogyakarta: Andi, 2015), h. 12.

- Batang (basil).
- Spiral (lengkung atau koma).⁷

(a) Bulat

Bakteri berbentuk bola atau bundar di namakan “*coccus*” dapat dibedakan menjadi :

- Monokokus, merupakan bakteri berbentuk bola tunggal atau berbentuk bundar tunggal.
- Diplokokus, merupakan bakteri berbentuk bola yang bergandengan dua-dua atau berbentuk bundar dua-dua.
- Sarkina, merupakan bakteri berbentuk bola dengan empat-empat bentuknya mirip dengan kubus.
- Streptokokus, merupakan bakteri bentuk bola atau bulat yang membentuk rantai.
- Stafilococcus, merupakan bakteri dengan bentuk bola yang berkoloni membentuk sekelompok sel tidak teratur, sehingga bentuknya mirip dengan setangkup buah anggur. dan yang mengelompok empat berempat disebut tetrakokus.⁸



Gambar 2.1.Sel Bakteri Berbentuk Kokus⁹

⁷*Ibid*, h.13.

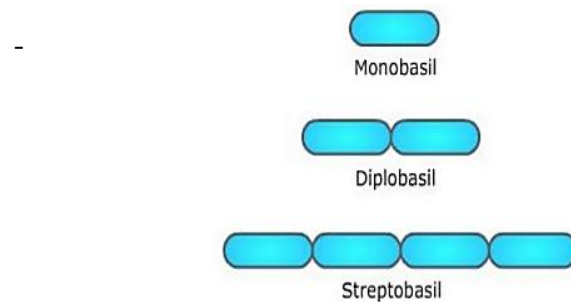
⁸Koes Irianto, *Mikrobiologi Menguk Dunia Mikroorganisme Jilid 2* (Jakarta: Yrama Widya, 2006).h. 56-57

⁹Mades Fifendy, *Mikrobiologi* (Depok: Kencana, 2017), h. 19.

(b) Batang

Bakteri berbentuk batang disebut juga dengan basillus dapat pula dibedakan atas:

- Monobasil tunggal, merupakan bakteri bentuk satu batang tunggal
- Diplobasil, merupakan bakteri dengan bentuk batang yang bergandengan dua-dua seperti rantai.dua-dua
- Streptobasil merupakan bakteri batang yang bergandengan memanjang membentuk koloni seperti rantai.¹⁰



Gambar 2.2. Sel Bakteri Berbentuk Basillus.¹¹

(c) Spiral

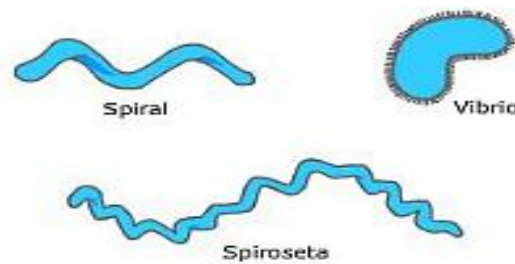
Bakteri yang berbentuk melilit, disebut juga spirillum atau spiral. ada 3 ragam jenisnya, sebagai berikut.

- Spiral merupakan golongan bakteri yang berbentuk seperti spiral misalnya *Spirillum*. Sel tubuhnya umumnya kaku.
- Vibrio merupakan bentuk koma/ bentuk spiral tak sempurna.

¹⁰Koes irianto. Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme jilid 1. Bandung : yrama widya, 2006, h. 57.

¹¹Mades Fifendy, *Mikrobiologi* (Depok: Kencana, 2017), h. 18

- Spirochaeta merupakan golongan bakteri berbentuk spiral yang bersifat lentur pada saat bergerak, tubuhnya dapat memanjang dan mengerut.¹²



Gambar 2.3. Sel Bakteri Berbentuk Spiral.¹³

(d) Struktur Sel Bakteri

Sel bakteri terdapat dinding luar, membran sitoplasma, dan ada bahan inti. Dinding luar terdiri atas 3 lapis, dari luar ke dalam yaitu dinding sel, lapisan lendir, dan membran sitoplasma.¹⁴

(e) Lapisan Lendir

Kebanyakan bakteri terdapat lapisan lendir untuk menyelubungi dinding sel seluruhnya. Jika lapisan lendir pada bakteri cukup tebal, disebut kapsula.¹⁵ Kapsul merupakan suatu lapisan lendir ataupun suatu bahan kental. Kapsul sendiri mempunyai peran yang penting bagi bakteri, kapsul penutup atau pelindung dan juga berfungsi sebagai gudang makanan cadangan.

(f) Dinding Sel

¹²Koes Irianto, *Mikrobiologi Mengungkap Dunia Mikroorganisme Jilid 2* (Jakarta: Yrama Widya, 2006), h. 58.

¹³Mades Fifendy, *Mikrobiologi* (Depok: Kencana, 2017), h. 20.

¹⁴Dwijoseputro, *Dasar- Dasar Mikrobiologi* (Jakarta: Djambatan, 2005), h.24.

¹⁵*Ibid*, 25

Dinding sel adalah struktur kompleks, semi kaku, dengan ketebalan 10-23 nanomikron dan mengelilingi membran sitoplasma, yang berfungsi memberi bentuk sel dan melindungi isi sel dari pengaruh luar sel. Tersusun makromolekul peptidoglikan (murein) yang terdiri dari disakarida dan polipeptida.¹⁶

(g) Membran Sitoplasma

Yaitu terletak di bawah dinding sel serta merupakan suatu membran tipis disebut membran sitoplasma, dapat disebut sebagai membran protoplasma atau sederhananya membran plasma. Perkiraan ketebalannya, yang didasarkan pada mikroorgafelektron irisan-irisan tipis, ialah sekitar 7,5 nm.¹⁷

(h) Inti

Bakteri memiliki inti yang terdiri dari *Deoxyribo Nukleic Acid* (DNA) dan *Ribonucleic Acid* (RNA), Namun inti bakteri tidak mempunyai membran atau dinding inti seperti pada sel *prokaryon* (prokariotik).¹⁸

(i) Pertumbuhan Bakteri

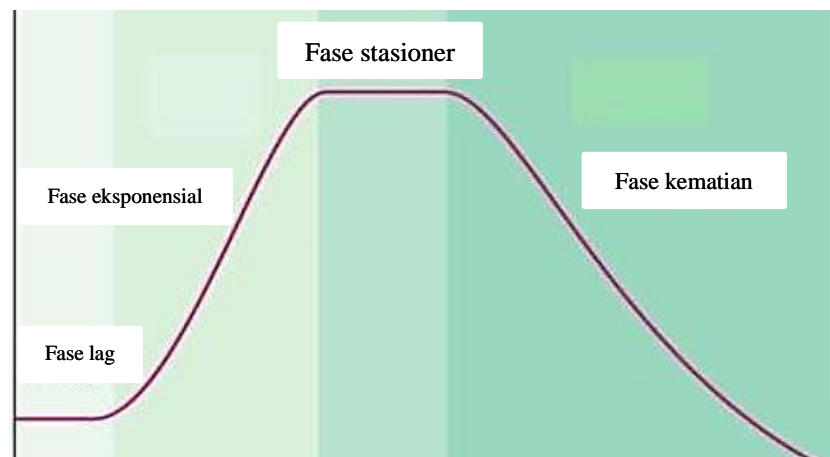
Pertumbuhan umum digunakan untuk bakteri ataupun mikroorganisme lain yang mengacu pada perubahan di dalam hasil panen sel (pertambahan total masa sel) dan bukan perubahan individu

¹⁶Agnes Sri Harti, 'Mikrobiologi Kesehatan', *Mikrobiologi Kesehatan* (Yogyakarta: Andi, 2015). h. 14.

¹⁷Pelczar dan E. S. C. Chan MJ, *Dasar- Dasar Mikrobiologi Jilid 1* (Jakarta: UI Pres, 2008), h. 119.

¹⁸Dwijoseputro, dasar-dasar mikrobiologi. Jakarta : Djambatan, 2005, h. 26

organisme.¹⁹ Biasanya pada sel bakteri akan mengikuti fase pertumbuhan tertentu berupa kurva pertumbuhan bakteri. Dari percobaan dengan *Escherichia coli* dapat diketahui, bahwa bakteri ini tiap 20 menit mengadakan division atau mampu mengadakan selnya menjadi dua kali lipat.²⁰ Sebagaimana telah disebutkan, cara khas laju pertumbuhan dan waktu generasi (waktu untuk populasi menjadi dua kali lipat) berhubungan antara pertambahan sel dengan waktu berbentuk geometrik eksponensial dengan rumus 2^n yang merupakan singkatan aljabar yang artinya jumlah akhir dalam hal, jumlah maksimum sel yang pada akhirnya dicapai didalam populasi.²¹



Gambar 2.4. Kurva Pertumbuhan Bakteri.²²

Gambar di atas merupakan kurva pertumbuhan bakteri yang menunjukkan perubahan kemiringan tingkat transisi suatu fase pertumbuhan bakteri ke fase

¹⁹Pelczar, MJ dan E.C. S. Chan. Op. cit, h. 148.

²⁰Dwijoseputro, *Dasar- Dasar Mikrobiologi* (Jakarta: Djambatan, 2005), h.59.

²¹Pelczar dan E. S. C. Chan MJ, *Dasar- Dasar Mikrobiologi Jilid 1* (Jakarta: UI Pres, 2008), h. 149.

²²Mades Fifendy, *Mikrobiologi* (Depok: Kencana, 2017), h. 132.

upertumbuhan yang lainnya. Kurva pertumbuhan bakteri dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu :

(a.) Fase adaptasi (lag) merupakan fase permulaan

Kecepatan pertumbuhan nol atau (tidak maksimum)/ fase adaptasi. Tidak ada pertambahan populasi. Tetapi pertambahan substansi intraseluler sehingga ukuran sel bertambah.

(b.) Fase pertumbuhan (logaritma/log) merupakan *The log fase eksponensial*. Kecepatan pertumbuhan mencapai maksimal. Massa dan jumlah sel bertambah secara eksponensial atau menjadi dua kali lipat dengan waktu generasi sebagai konstanta, sehingga pertumbuhan akan seimbang, yaitu sel membelah dengan kecepatan konstan. Biakan dalam keadaan homogen dengan pertumbuhan sel pada kecepatan dan interval sama.

(c.) Fase tetap maksimum/ *The stationary phase*/ fase statis/ *Fase stasioner*.

Kecepatan pertumbuhan mulai menurun, terjadi akumulasi metabolit. Jumlah sel hidup tetap akan tetapi terjadi pengurangan nutrisi maka jumlah total sel mati dan hidup tetap serta akumulasi metabolit yaitu jumlah sel tetap.

(d.) Fase kematian sama dengan fase penurunan populasi

Populasi saat medium kehabisan nutrien maka populasi bakteri akan kehabisan nutrien, populasi bakterinya akan menurun kuantitasnya, maka terjadilah laju kematian secara eksponensial terjadi penurunan populasi sel-sel hidup hingga mencapai 0.²³

C. Jamur

Jamur merupakan organisme eukariotik kemoheterotof, reproduksi secara seksual dan aseksual, struktur vegetatif berupa sel tunggal atau berfilamen. Sifat umumnya termasuk eukariotik.²⁴

1. Bentuk Morfologi Jamur

a) *Yeast* (khamir)

Mempunyai sifat uniseluler; non filamentous, dapat pseudohifa, bentuk oval. Umumnya tidak punya alat gerak(non motil). Reproduksi aseksual dengan pembelahan dan seksual.

b) Kapang (molds)

Sifat multiseluler reproduksi seksual atau aseksual strukturnya vegetatif berfilamen/ benang disebut hifa. Kumpulan hifa disebut miselium.

c) Dimorfik

Mempunyai 2 bentuk pada pertumbuhannya, yaitu pada kapang membentuk hifa vegetative dan aerial hifa, sedangkan pada khamir membentuk kuncup. Banyak terdapat jamur patogen; dipengaruhi oleh suhu, pada suhu 37°C sebagai bentuk khamir dan pada suhu 25°C sebagai bentuk kapang.

²³(“Kamus Besar Bahasa Indonesia [Online],” n.d.)

²⁴(Astuti 2018)

d) Cendawan

Jamur tingkat tinggi dan tersusun sebagai tallus umumnya makroskopis, dan ada yang menghasilkan mitotoksin.²⁵

2. Pembiakan Jamur

Jamur berkembangbiak secara vegetatif dan generatif dengan berbagai macam spora. Macam-macam spora yang terjadi tanpa perkawinan/vegetatif:

- (a) Spora terjadi karena protoplasma didalam suatu sel tertentu berkelompok-kelompok kecil, masing-masing mempunyai membran serta inti sendiri. Set tempatnya terjadinya spora disebut sporangium /spora (*sporangiospora*)
- (b) *Konidiospora* yaitu spora yang terjadi akibat ujung suatu hifa berbelah-belah seperti tasbih. Tidak ada sporangium, tiap spora disebut *konidiospora* atau *konidia* saja, sedang tangkai pembawa konidia yang disebut *konidiofor*.
- (c) Pada spesies tertentu, bagian-bagian miselium dapat membesar serta berdinding tebal, bagian itu disebut *klamidospora* (*Chlamydospora*= spora yang berkulit tebal).
- (d) Jika bagian-bagian miselium itu tidak menjadi lebih besar dari pada aslinya, maka bagian-bagian ini disebut artro spora (serupa batu bata), oidiospora atau oidia (serupa telur).

²⁵*Ibid*, h.21-22.

Pembiakan secara generatif atau seksual dilakukan dengan isogamete atau dengan heterogamet. Pada beberapa spesies perbedaan morfologi antara jenis sel kelamin itu belum sehingga semua nya kita sebut isogamet, diberi tanda (+) dan (-), untuk membedakan jenisnya.²⁶

D. Kualitas Udara

1. Pengertian Kualitas Udara

Kualitas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia kualitas / ku-‘a-li-tas/*n* berarti tingkat baik buruknya sesuatu; kadar/derajat/ taraf (kepandaian, kecakapan, dan mutu dan sebagainya).²⁷ Sedangkan udara adalah campuran dari berbagai gas tidak berwarna dan tidak berbau (seperti oksigen dan nitrogen) yang memenuhi ruang di atas bumi seperti yang kita hirup apabila kita bernapas.²⁸

Udara juga merupakan campuran gas yang adak pada permukaan bumi, udara yang kering mengandung 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% uap air, karbon dioksida dan gas-gas lain.²⁹ Menurut peraturan pemerintah RI No. 41 tahun 1999, udara merupakan sumber daya alam yang harus dilindungi untuk hidup dan kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Hal ini berarti pemanfaatannya harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan yang akan datang.³⁰

²⁶(Indonesia 1999)

²⁷‘Kamus Besar Bahasa Indonesia [Online]’ <<http://kbbi.web.id/>>. Diakses pukul, 11.20, 27 September 2018.

²⁸*Ibid.* [Online]. <https://kbbi.web.id/udara>. Diakses pukul, 11.35, 27 September 2018.

²⁹Dewi Yuliana Astuti, *Pengetahuan Tentang Udara* (Malang: Sarana Pascakarya Nusa, 2018).h.4.

³⁰Pemerintah Republik Indonesia, ‘Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara’, 1999.

Jadi, kualitas udara merupakan bentuk kesesuaian atau tingkat baik buruknya kadar atau taraf tertentu berdasarkan mutu yang ada di dalam udara itu sendiri yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana demi kehidupan yang akan datang.

2. Udara Bersih

Udara yang kita hirup sering tidak disadari akan kehadirannya hal ini disebabkan karena udara yang kita hirup sering kali tidak berbau, warna dan rasa. komposisi udara bersih sangat bervariasi dari satu tempat ketempat lain di seluruh dunia rata-rata dalam presentasi volume gas dalam udara bersih dan kering, yaitu nitrogen 78%, oksigen 20,8%, argon 0,9%, Karbon dioksida 0,03%, dan gas lain 0,27% yang meliputi helium, neon, krypton, xenon, hydrogen, dan methan.³¹

E. Emisi Kendaraan Bermotor

1. Komposisi emisi kendaraan bermotor

Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang menggunakan mesin teknik sebagai alat gerak digunakan sebagai alat transportasi, secara umum kendaraan bermotor menggunakan mesin pembakaran. Pembakaran adalah reaksi kimia yang terjadi dalam waktu yang cepat antara oksigen dan bahan bakar yang akan menghasilkan energi serta emisi. Emisi atau gas buang kendaraan bermotor komposisinya bergantung pada jenis bahan bakar, jenis mesin, dan jenis lainnya.³²

Emisi gas buang kendaraan bermotor terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya dan senyawa yang berbahaya. Senyawa yang tidak berbahaya yaitu

³¹ Devianti Muziansyah, Rahayu Sulistyorini, and Syukur Sebayang, 'Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Koita Bandar Lampung)', *Jrsdd*, 3.1 (2015), h. 4.

seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan gas buang membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO_x) dan sulfur (SO_x), dan partikulat-partikulat debu termasuk timbal (Pb). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar.³³

Komposisi emisi gas buang terdiri dari beberapa komponen antara lain :

1. CO (Karbon Monoksida) merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak beraroma ataupun berbau, gas ini terjadi bila bahan bakar atau unsur C tidak mendapatkan ikatan yang cukup dengan O₂ (oksigen) artinya udara yang masuk ke ruang silinder kurang atau suplai bahan bakar berlebihan.
2. NO (Nitrogen Oksida), tidak berwarna dan tidak beraroma, gas ini akan terjadi bila panas yang tinggi pada ruang bakar akibat proses pembakaran sehingga kandungan nitrogen pada udara berubah menjadi NO_x.
3. HC (Hidrokarbon), warna kehitam-hitaman dan berbau cukup tajam, gas ini terjadi apabila proses pembakaran pada ruang bakar tidak berlangsung dengan baik atau suplai bahan bakar berlebihan.
4. CO₂ (Karbon dioksida) Tidak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi akibat pembakaran yang sempurna antara bahan bakar dan udara dalam hal ini oksigen.

³³(Aditama 1995)

5. SO₂ (Oksida Belerang), dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas sehingga menimbulkan gejala batuk, sesak nafas dan meningkatkan asma.
6. PM₁₀ (*Particulate Matter*) adalah debu partikulat yang terutama dihasilkan dari emisi gas buangan kendaraan. Sekitar 50% - 60% dari partikel melayang merupakan debu berdiameter 10 µm. Debu PM₁₀ ini bersifat sangat mudah terhirup dan masuk ke dalam paru-paru, sehingga PM₁₀ dikategorikan sebagai *Respirable Particulate Matter* (RPM). Akibatnya akan mengganggu sistem pernafasan bagian atas maupun bagian bawah (alveoli). Pada alveoli terjadi penumpukan partikel kecil sehingga dapat merusak jaringan atau sistem jaringan paru-paru, sedangkan debu yang lebih kecil dari 10 µm, akan menyebabkan iritasi pada mata.³⁴

2. Dampak terhadap kesehatan

Keterkaitan pencemaran udara di perkotaan dan kemungkinan adanya resiko terhadap kesehatan, baru dibahas pada beberapa dekade belakangan ini. Pengaruh yang merugikan mulai dari meningkatnya kematian akibat adanya episod smog sampai pada gangguan estetika dan kenyamanan. Gangguan kesehatan lain diantara kedua pengaruh yang ekstrim, misalnya kanker pada paru-paru atau organ tubuh lainnya. Penyakit pada saluran tenggorokan yang bersifat akut dan kronis, kondisi yang diakibatkan karena pengaruh bahan pencemar terhadap organ lain seperti paru-paru, misalnya sistem syaraf. Karena setiap individu akan terpajang

³⁴Muziansyah, Sulistyorini, and Sebayang. h. 59.

oleh banyak senyawa secara bersamaan, sering kali sangat sulit untuk menentukan senyawa mana atau kombinasi senyawa yang mana yang paling berperan memberikan pengaruh membahayakan terhadap kesehatan.

Bahaya emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap kesehatan bergantung dari toksitas (daya racun) masing-masing senyawa dan seberapa luas masyarakat terpapar olehnya. Istilah dari bahayanya terhadap kesehatan yang digunakan adalah pengaruh bahan pencemar yang dapat menyebabkan meningkatnya resiko atau penyakit atau kondisi medik lainnya pada seseorang ataupun kelompok orang. Pengaruh ini tidak dibatasi hanya pada pengaruhnya terhadap penyakit yang dapat dibuktikan secara klinik saja, tetapi juga pada pengaruh yang pada suatu mungkin juga dipengaruhi faktor lainnya seperti umur misalnya. Telah banyak bukti bahwa anak-anak dan para lanjut usia merupakan kelompok yang mempunyai resiko tinggi di dalam peristiwa pencemaran udara.

Anak-anak lebih peka terhadap infeksi saluran pernafasan dibandingkan dengan orang dewasa, dan fungsi paru-paru nya juga berbeda. Para usia lanjut masuk di dalam kategori kelompok resiko tinggi karena penyesuaian kapasitas dan fungsi paru-paru menurun, dan pertahanan imunitasnya melemah. Karena kapasitas paru-paru dari penderita penyakit jantung dan paru-paru juga rendah, kelompok ini juga sangat peka terhadap pencemaran udara. Berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor digolongkan sebagai berikut :

1. Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran pernafasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, partikulat, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya.
2. Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam.
3. Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker misalnya hidrokarbon.
4. Kondisi yang dapat mengganggu kenyamanan seperti kebisingan, debu jalanan, dll.³⁵

F. Pencemaran Udara

1. Pengertian Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya,³⁶ hal ini sesuai dengan peraturan pemerintah RI No 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara.

2. Polusi Udara

Polusi udara merupakan salah satu masalah kesehatan yang penting. Dampak buruk polusi udara pada kesehatan mulai banyak di bicarakan telah timbulnya beberapa kejadian di Belgia tahun 1930, pennsylvania di tahun 1948 dan di london pada tahun 1952. pada kejadian – kejadian di atas terjadi stagnasi

³⁵*Ibid*, h 3-4.

³⁶Pemerintah Republik Indonesia, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara,” 1999.

udara yang mengakibatkan peningkatan jumlah bahan polutan di udara, khususnya sulfur dioksida dan partikel lainnya yang diikuti dengan peningkatan angka kematian secara tajam. Sebagian besar dengan korban terdiri dari mereka yang sangat muda, sangat tua, atau mereka yang sebelumnya memang telah menderita penyakit paru atau jantung. Kematian umumnya disebabkan oleh pneumonia, bronkhitis dan penyakit paru atau jantung lainnya. Dampak buruk polusi udara bagi kesehatan tidak dapat dibantah lagi, baik polusi udara di ruangan (indoor air pollution) maupun yang di luar ruangan. (outdoor air pollution). Polusi di luar ruangan biasanya terjadi karena asap dari industri – industri tertentu dan juga asap kendaraan bermotor, sementara polusi udara di dalam ruangan terjadi karena asap rokok, gangguan sirkulasi udara di gedung- gedung dan asap yang terjadi di dapur-dapur tradisional ketika memasak. Selama ini banyak diantara kita yang beranggapan bahwa masalah polusi udara semata-mata terjadi di udara bebas (outdoor) kita belum menyadari bahwa polusi di dalam.³⁷

3. Bentuk-Bentuk Pencemaran Zat-Zat Udara

Zat-zat pencemaran udara terdapat dalam bentuk gas atau partikel (biasanya sebagai baha-bahan partikulat). Kedua bentuk zat pencemar udara 90% berbentuk gas. Bentuk-bentuk zat pencemar yang sering terdapat di atmosfer adalah :

Gas : Keadaan gas dari cairan atau bahan padatan.

Embun : Tetesan cairan yang sangat halus yang tersuspensi di udara.

Uap : Keadaan gas dari zat padat volatile atau cairan

³⁷ Tjandra Yoga Aditama, *Polusi Udara Dan Kesehatan* (Jakarta: Arcan, 1995).

- Awan : Uap yang dibentuk pada tempat tinggi.
- Kabut : Awan yang tersuspensi dalam udara yang dihasilkan dari pemecahan bahan.
- Haze : Partikel-partikel debu atau garam yang tersuspensi dalam tetes air
- Asap : Padatan gas yang berasal dari pembakaran tidak sempurna.³⁸

4. Jenis-jenis Pencemaran Udara

Berdasarkan jenis-jenis pencemaran udara adalah sebagai berikut

- Menurut bentuk: gas partikel
- Menurut tempatnya yaitu: di dalam ruangan (indoor) dan (outdoor)
- Gangguan kesehatan : iritasi, askfisia, anetesia, toksis
- Menurut asal : primer dan sekunder
- Bahan atau zat pencemaran udara dapat berbentuk gas dapat dibedakan diantaranya pada jenis belerang yang terdiri dari sulfur dioksida (SO_2) dan hidrogen sulfida (H_2S) dan sulfat aerosol, Golongan nitrogen terdiri dari nitrogen oksida (N_2O), nitrogen monoksida (NO), amoniak (NH_3), dan nitrogen dioksida (NO_2), Golongan karbon terdiri dari karbon dioksida (CO_2) , karbon monoksida (CO), dan hidrokarbon. Golongan gas yang berbahaya seperti benzene, vinyl klorida, dan air raksa uap

Sedangkan pencemaran udara berbentuk partikel dibedakan antara lain:

- Mineral (anorganik) dapat berupa racun contohnya air raksa dan timah
- Bahan organik terdiri dari ikatan hidrokarbon, klorinasi alkan, benzen

³⁸Rukaesih achmad. Kimia lingkungan. Jakarta: Andi. 2004, h. 121-122

- Makhluk hidup terdiri dari bakteri, virus dan telur cacing.³⁹

5. Sumber Pencemaran

Pencemaran sebagai sumber dapat diartikan sebagai kegiatan yang mengeluarkan bahan tercemar ke udara sehingga udara tidak dapat berfungsi sebagai mana mestinya, sumber tercemarnya udara antara lain:

a) Pencemaran udara menurut tempat sumbernya dibedakan menjadi dua yaitu:

➤ Pencemaran udara bebas (*out door air pollution*) sumber pencemaran udara bebas :

- Alamiyah berasal dari letusan gunung berapi, pembusukan dan lain-lain
- Kegiatan manusia, misalnya berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, asap kendaraan bermotor, dan lain-lain

➤ Pencemaran udara ruangan (*indoor air pollution*), berupa yang berasal dari pemukiman, perkantoran ataupun gedung tinggi.

b) Berdasarkan asal atau kelanjutannya

Berdasarkan asal ataupun kelanjutan di udara, pencemaran dapat dibedakan menjadi dua yaitu: pencemaran udara primer, dan pencemaran udara sekunder.

- Pencemaran udara primer

³⁹ Dewi yuliana astuti. Pengetahuam tentang udara. Malang : Sarana Pancakarya Nusa. 2018, h. 21.

Pencemaran udara primer yaitu semua pencemaran diudara yang ada dalam bentuk yang hampir tidak berubah, sama seperti pada saat dibebaskan dari sumbernya sebagai hasil dari proses tertentu. Pencemaran udara primer mencakup 90% dari jumlah pencemaran udara seluruhnya, umum yang berasal dari sumber-sumber yang diakibatkan oleh aktivitas manusia, seperti industri dimana dalam industri tersebut terjadi proses pembakaran, proses pemurnian/ peleburan logam; dan hasil emisi gas buang kendaraan bermotor dan lainnya. Dari keseluruhanya pencemaran primer tersebut, sumber pencemaran utama berasal dari sektor transportasi yang mencapai presentase 60%. Pencemaran udara primer dapat digolongkan menjadi lima kelompok berikut: (1) Karbon monoksida (CO), (2) Nitrogen oksida (NO_x), (3) Hidrokarbon (HC), (4) Sulfur oksida (SO_x), (5) partikel.⁴⁰

- Pencemaran udara sekunder

Pencemaran udara sekunder merupakan semua pencemaran di udara yang sudah berubah karena reaksi tertentu antara dua atau lebih kontaminan/ polutan. Umumnya polutan sekunder tersebut merupakan hasil antara polutan primer dengan polutan primer dengan polutan lainnya yang ada diudara. Reaksi- reaksi yang menimbulkan polutan sekunder yang terjadi melalui reaksi fotokimia dan reaksi oksida katalis. Pencemaran sekunder yang terjadi melalui reaksi fotokimia,

⁴⁰Philip Kristanto, *Ekologi Industri, Yogyakarta* (Yogyakarta: Andi, 2002). h. 99.

misalnya oleh pembentukan ozon, yang terjadi melalui molekul-molekul hidrokarbon yang ada di udara dengan NO_x melalui pengaruh sinar ultraviolet dari matahari.⁴¹ Berbagai bahan pencemaran kadang bereaksi satu sama lain yang akan menghasilkan jenis pencemaran baru, yang justru lebih membahayakan kehidupan. Reaksi ini dapat terjadi secara otomatis ataupun dengan cara bantuan katalisator, pencemaran seperti ini disebut dengan pencemaran sekunder.

c) Berdasarkan wujud fisik dan kimianya

Berdasarkan wujud fisiknya, pencemaran udara dibedakan menjadi gas dan partikel. Partikel merupakan benda-benda padat/cair yang dimensinya sedemikian kecilnya sehingga memungkinkan melayang di udara.⁴²

G. Penelitian Relevan

Penelitian relevan yang menjadi sumber penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Gabriel Andari Kristanto yang berjudul “analisis kualitas udara di ruang parkir bawah tanah dan pengaruhnya terhadap pengguna”. Menghasilkan kualitas mikrobiologi di dalam ruangan lebih tinggi akibat dari paparan emisi dan menjadi tempat tumbuh suburnya bakteri. Penelitian yang dilakukan oleh Gabriel di lakukan di daerah Jakarta dan parameter yang diukur adalah konsentrasi CO, konsentrasi NO, kemudian pengukuran pencemaran mikrobiologi, dan juga suhu serta kelembapan udara. Penelitian ini mempunyai

⁴¹*Ibid*, h. 125.

⁴²*Ibid* . h. 126-127

persamaan yaitu kualitas udara yang berada di ruang parkir bawah tanah dan parameter yang diukur meliputi suhu, dan juga total jumlah mikroba. Dan penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah penelitian dilakukan di kota Bandar Lampung.

Penelitian yang selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Eko Pudjadi yang berjudul “kualitas mikrobiologis udara di salah satu pusat perbelanjaan di Jakarta selatan”. Penelitanya di lakukan pada area parkir, taman bermain anak, *food court*, dan hasilnya mikroba yang paling banyak ada di area parkir. Penelitian ini mempunyai kesamaan yaitu meneliti kualitas udara secara mikrobiologis, hanya saja area tempat pengambilan sampel yang berbeda.

Penelitian yang selanjutnya yaitu yang dilakukan oleh Novita nur hasanah dengan judul “studi komparasi total jumlah mikroba di lahan parkir Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung”. Penelitian yang di lakukan oleh Novita dilakukan di parkir UIN Raden Intan Lampung dengan parameter penelitian jumlah mikroba, sifat-sifat koloni mikroba dan morfologi mikroba dengan menggunakan metode open plate/ pembukaan cawan NA dan PDA. Persamaan dengan skripsi penulis adalah parameter yang di gunakan dan metode yang digunakan. Perbedaannya terletak pada lahan parkir yang di gunakan oleh Novita dilakukan pada lahan parkir UIN Raden intan dan di ruang terbuka hijau, sedangkan peneliti menggunakan lahan parkir yang berada di ruang parkir bawah tanah pusat perbelanjaan Bandar Lampung.

H. Kerangka Berfikir

Udara merupakan komponen terpenting untuk seluruh makhluk hidup, seperti manusia yang membutuhkan udara sebagai penunjang kehidupan. Udara dapat terbagi menjadi udara luar ruangan dan udara dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruangan dapat mempengaruhi kesehatan terutama pada ruangan kerja ataupun ruangan lainnya.

Pusat perbelanjaan adalah sarana yang penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dan juga sebagai sarana rekreasi. Untuk itu butuh akses untuk pergi ke pusat perbelanjaan tersebut. Salah satu akses tercepat menuju pusat perbelanjaan adalah dengan kendaraan bermotor roda dua maupun roda empat. Hal ini dapat berpengaruh untuk ketersediaan ruangan parkir. Maka dari itu, seiring dengan perkembangan zaman modern di gunakan lah ruang parkir bawah tanah sebagai lahan parkir.

Kendaraan bermotor dapat mengeluarkan emisi gas buang. Emisi gas buang adalah polutan yang dapat mengotori udara yang dihasilkan dari sisa pembakaran. Gas buang kendaraan yang dimaksud disini adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara maupun melalui saluran buang kendaraan yang terdapat emisi pokok yang dihasilkannya. Komposisi-komposisi bahan pencemar antara lain bahan partikulat, SO_2 , CO , CO_2 , NO_2 , CO_3 , Pb , $\text{C}_2\text{H}_{2n+2}$ yang sangat berbahaya untuk makhluk hidup. Efek kendaraan bermotor dapat membahayakan lagi jika terjadi di dalam ruangan seperti halnya ruang parkir. Hal ini akan menjadi pemicu tumbuhnya mikroba yang menjadikan udara sebagai fasilitator medium hidupnya. Uraian diatas adalah alasan peneliti untuk melakukan penelitian

mengenai hubungan jumlah total mikroba dengan kualitas udara di ruang parkir bawah tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, Tjandra Yoga, *Polusi Udara dan Kesehatan* (Jakarta: Arcan, 1995).
- Anwar, Chairul. *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofis* (Yogyakarta: SUKA-Press, 2014).
- Astuti, Dewi Yuliana, *Pengetahuan Tentang Udara* (Malang: Sarana Pascakarya Nusa, 2018)
- Atmojo, Andi Tri Founder Indonesian. Media EMB. Indonesia Medical Laboratory, 18 November 2019.
- Badan Pusat Statistik, *Badan Pusat Statistik*, 2013.
- Dwijoseputro, *Dasar- Dasar Mikrobiologi* (Jakarta: Djambatan, 2005)
- Fardiaz, Srikandi. *Polusi Air dan Udara*. (Kanisius: Yogyakarta1992)
- Fifendy, Mades, *Mikrobiologi* (Depok: Kencana, 2017)
- Harti, Agnes Sri, “Mikrobiologi Kesehatan,” *Mikrobiologi Kesehatan* (Yogyakarta: Andi, 2015).
- Indonesia, Pemerintah Republik, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara,” 1999
- Irianto, Koes, *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid 2* (Jakarta: Yrama Widya, 2006)
- Kamelia, Marlina. *Buku Panduan Praktikum* (Bandar Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2018)
- “Kamus Besar Bahasa Indonesia [online]” <<http://kbbi.web.id/>>
- Kristanto, Philip, *Ekologi Industri, Yogyakarta* (Yogyakarta: Andi, 2002)
- Laila, et.all. “Kualitas Udara Dalam Ruang Pepustakaan Universitas X Ditinjau Dari Kualita Biologi Fisik Dan Kimia”. *Jurnal Makara Kesehatan*, 12,2.2008.
- MJ, Pelczar dan E. S. C. Chan, *Dasar- Dasar Mikrobiologi Jilid 1* (Jakarta: UI Pres, 2008)
- Murtius, Wenny Surya. *Modul Praktek Dasar Mikrobiologi*.(Sumatra Barat: Universita Andalas, 2018),

- Muziansyah, Devianti, Rahayu Sulistyorini, dan Syukur Sebayang, “Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Koita Bandar Lampung),” *Jrsdd*, 3 (2015)
- Moerjoko .“Kaitan Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme udara ”(*Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* 32,1. 2004)
- Novita Nur Hasanah, “Studi Komparasi Total Jumlah Mikroba di Lahan Parkir Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung”. (Skripsi Program Pendidikan Biologi Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung , Bandar lampung, 2019)
- Pudjadi, Eko, “Kualitas Mikrobiologis Udara DI Salah Satu Pusat Perbelanjaan DI Jakarta Selatan,” *Jurnal biologi*, 8.2 (2015)
- RI, Departemen Agama, *Al quran dan Terjemahnya* (Bandung: Diponegoro, 2004)
- Sri Sumarsih, *Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar* (Yogyakarta: UPN Veteran, 2003)
- Suarjana, I gusti ketut dkk. *Modul Isolasi dan Identifikasi Bakteri*.(Universitas Udayana : Fakultas Kedokteran Hewan. 2017)
- Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan (Bandung: Alfabeta, 2018)
- Tim Pengembangan Ilmu Pendidikan FIP-UPI, Ilmu dan Aplikasi Pendidikan (Jakarta: PT Imperial Bhakti Utama, 2007)
- Tugaswati, A.Tri, “Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan,” *Komisi Penghapusan Bensin Bertimbel*, 1 (2008)
- Vidyautami, Huboyono, dan Hadiwidodo. “ Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan Non AC) Dalam Ruangan Terhadap Keberadaan Mikroorganisme”
- Wardoyo, Arianto yp, *Emisi Particulate Kendaraan Bermotor Dan Dampak Kesehatan* (Malang: UNBRA, 2016).
- Yusmaniar, Wardiyah dan Khairunnida. *Mikrobiologi dan Parasitologi*.(Jakarta Selatan: Mentri Kesehatan Republik Indonesia, 2017)